

Mauro Mandrioli*

La nascita della fisiologia sperimentale in Italia e la sua affermazione a Modena: formazione scientifica e ricerche di Angelo Mosso e Mariano Luigi Patrizi

Riassunto

Nella seconda metà dell'Ottocento prende forma in Italia la fisiologia sperimentale come ambito autonomo di ricerca, grazie all'opera di Angelo Mosso (1846-1910). Sin dai primi progetti sperimentali Mosso matura l'idea che l'indagine fisiologica debba fondarsi sulla misurazione e sulla registrazione grafica dei processi studiati. Da questa impostazione derivano non solo un metodo di lavoro, ma anche la progettazione di dispositivi innovativi (tra cui pletismografo ed ergografo), capaci di rendere quantificabili fenomeni quali la circolazione, l'attività mentale e la fatica. A Torino Mosso costruisce una "scuola" che forma numerosi fisiologi, tra cui Mariano Luigi Patrizi (1866-1935), il quale ricopre la prima cattedra autonoma di fisiologia nell'Ateneo modenese creando anche un laboratorio sperimentale dedicato alla psicofisiologia, con applicazioni anche in ambito medico-legale. Il contributo intende valorizzare, accanto all'opera di Mosso, anche quella di Patrizi, oggi in larga misura dimenticata nonostante l'originalità con cui seppe muoversi tra fisiologia e psicologia sperimentale.

Abstract

How experimental physiology emerged in Italy and was established in Modena: the scientific training and research of Angelo Mosso and Mariano Luigi Patrizi. In the second half of the nineteenth century, experimental physiology emerged in Italy as an autonomous field of research, largely through the work of Angelo Mosso (1846-1910). From his earliest experimental investigations, Mosso became convinced that physiological research should be based on measurement and on the graphical recording of biological processes. This methodological stance led not only to distinctive research practices, but also to the construction of innovative instruments, including the pletismograph and the ergograph, which made it possible to quantify phenomena, such as circulation, mental activity and fatigue. In Turin, Mosso also established a "school" that trained several physiologists, among which Mariano Luigi Patrizi (1866-1935) played a central role in founding the first experimental

* Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 213/D, 41125 MODENA; e-mail: mauro.mandrioli@unimore.it.

laboratory in Modena devoted to psychophysiology, with applications extending into the medico-legal field. Alongside Mosso's well-known work, the present contribution aims to highlight the scientific activity of Patrizi, whose legacy has been largely neglected despite his originality in operating at the intersection of physiology and experimental psychology.

Parole chiave: *Fisiologia sperimentale, strumenti di misura, quantificazione dei fenomeni fisiologici, scuola fisiologica italiana*

Keywords: *Experimental physiology, Measuring instruments, Quantification of physiological phenomena, Italian physiological school*

1. Alla origine della fisiologia sperimentale: Angelo Mosso e la sua formazione accademica

Angelo Mosso nacque a Torino nel 1846, ma ben presto dovette trasferirsi a Chieri, dove frequentò le scuole elementari e il ginnasio, per poi completare gli studi liceali tra Cuneo e Asti grazie a un sussidio resosi necessario per le difficoltà economiche della famiglia (Foà, 1911; Fausone & Galloni, 2018). Nel 1865, dopo una travagliata e difficoltosa formazione scolastica, Mosso si iscrisse alla Facoltà di Medicina dell'Università di Torino, dove si laureò nel luglio del 1870 con una dissertazione dedicata all'accrescimento delle ossa (Foà, 1911). A differenza di quanto accaduto negli anni del liceo, in cui il giovane Mosso non si era distinto per la brillantezza della propria carriera scolastica, il suo percorso universitario lo portò a mettersi in evidenza come studente particolarmente motivato e competente, tanto da ottenere subito dopo la laurea un posto nel corso di perfezionamento che il professor Moritz Schiff teneva nel proprio laboratorio a Firenze (Luciani, 1910; Foà, 1911). Schiff, ancora oggi riconosciuto come uno dei padri della fisiologia italiana, era allora una figura di grande rilievo internazionale per gli studi sul sistema nervoso. L'esperienza fiorentina permise al giovane Mosso non solo di iniziare la propria formazione in ambito sperimentale, ma anche di riflettere sull'utilità della vivisezione. Già a metà Ottocento l'utilizzo di animali in laboratorio risultava, infatti, disturbante per molte persone, il che rese Schiff una figura dal fascino controverso, in quanto egli riteneva tale scelta inderogabile nella pratica scientifica moderna. Questa diatriba influenzò Mosso che, come si vedrà nelle sezioni successive, preferì spesso ricorrere a osservazioni *in vivo* piuttosto che lavorare su organi dissezionati, che a suo avviso erano solo parzialmente utili per capire le proprietà della materia vivente.

Conclusa l'esperienza fiorentina, Mosso si trasferì a Lipsia, dove lavorò con Carl Ludwig, al quale si deve l'introduzione sia di innovativi metodi sperimentali sia di nuovi strumenti da lui appositamente inventati per lo studio delle funzioni vitali (Fausone & Galloni, 2018). Ludwig contribuì, infatti, in modo

decisivo alla trasformazione della fisiologia da disciplina prevalentemente descrittiva a scienza quantitativa.

Come ricordò il medico e patologo Pio Foà nel necrologio dedicato a Mosso, il desiderio di formarsi in Germania era molto comune tra gli scienziati italiani della seconda metà dell'Ottocento *«poiché il predominio quasi assoluto delle scienze sperimentali nella 2^a metà del secolo decimonono era dovuto alla Germania, per cui noi vedemmo, a scopo di scienza e di cultura, la nostra gioventù (...) spinta ad emigrare nelle scuole tedesche, di dove talvolta ritornava smarrita o sfiduciata per l'enorme distanza nella organizzazione scientifica tra l'estero e le scuole patrie»* (Foà, 1911).

Il soggiorno a Lipsia permise al giovane fisiologo torinese non solo di apprendere l'uso del chimografo, uno strumento inventato da Ludwig per registrare graficamente i fenomeni biologici, ma anche di maturare la convinzione che per lo studio della fisiologia fossero necessari apparati capaci di tracciare e quantificare gli eventi biologici. Mosso fece propria tale prospettiva con originalità, progettando nel corso della propria carriera numerosi strumenti che sarebbero poi stati impiegati da molti altri ricercatori. Questo permise al fisiologo torinese di affermarsi come innovatore non solo sul piano concettuale, ma anche su quello tecnico e costruttivo (Fausone & Galloni, 2018). In ciò, come osservò Foà, ebbe indubbiamente un ruolo non secondario l'abitudine, acquisita durante l'infanzia, di aiutare il padre falegname: *«nella bottega di suo padre fece quel lavoro manuale, direi quell'esercizio del senso tattile e muscolare, che gli fu poi tanto vantaggioso nella vita di laboratorio, la quale ha necessità di tecnica operativa, e spesso è in contrasto colla deplorabile mancanza di preparazione materiale in chi lo deve frequentare e usufruire»* (Foà, 1911). Questo aspetto è interessante in quanto con la seconda metà dell'Ottocento si afferma la necessità di fondare le osservazioni scientifiche su strumenti, rendendo gli scienziati tecnicamente più competenti in grado di far avanzare le proprie ricerche più celermente di quanto fosse possibile per coloro che restavano maggiormente legati a competenze di tipo descrittivo (Fausone & Galloni, 2018).

La collaborazione con Ludwig permise a Mosso di formarsi nel Paese in cui la fisiologia sperimentale umana stava prendendo forma con la maggiore celerità, anche grazie all'arrivo da molte nazioni europee di studiosi capaci, entusiasti e desiderosi di mettersi alla prova in questo nuovo ambito di ricerca. Come scriveva Foà nel 1911 *«così fu paga la grande aspirazione del giovane nostro fisiologo che fin allora aveva tentato i primi studi sperimentali di fisiologia con metodi meno perfezionati e bramava di continuarli nella più celebrata scuola del mondo. Due anni di seguito andò all'estero il Mosso ed ebbe contatto coi volonterosi giovani ricercatori che da ogni parte del mondo convenivano in quegli anni a Lipsia. (...) E di questi anni l'acquisto che il*

Mosso veniva facendo di quel concetto meccanico della vita che era ampiamente professato nelle nuove scuole tedesche».

Concluso il viaggio in Germania, il fisiologo torinese si fermò per alcuni mesi a Parigi, dove aveva preso contatto con Claude Bernard e Etienne-Jules Marey, in quanto era sua intenzione apprendere l'utilizzo del timpano di Marey (Galloni, 2014), che i due fisiologi avevano usato nelle proprie osservazioni. Questo dispositivo consisteva in un cilindro metallico chiuso su un lato da una membrana elastica; le variazioni di pressione, trasmesse mediante un sistema pneumatico o idraulico, deformavano la membrana e attivavano una leva o una penna, permettendo la registrazione grafica delle variazioni di pressione prodotte da fenomeni fisiologici (Galloni, 2014; Fausone & Galloni, 2018).

Una volta rientrato in Italia, Mosso poté integrare stabilmente nella propria attività sperimentale sia il chimografo di Ludwig sia il timpano di Marey. La disponibilità di strumenti di registrazione grafica affidabili rappresentò una svolta decisiva nella sua carriera, in quanto gli consentì di passare dalla misurazione di eventi episodici alla costruzione di curve fisiologiche, fondando l'interpretazione dei fenomeni non più sull'occhio, inevitabilmente influenzabile dell'osservatore, ma sulla traccia oggettiva lasciata dagli strumenti (Fausone & Galloni, 2018).

La consapevolezza della rilevanza delle apparecchiature usate e del fatto che la loro eventuale inadeguatezza avrebbe limitato le possibilità della comunità scientifica del tempo stimolò il fisiologo torinese a progettare ulteriori trasduttori per uno studio sempre più raffinato dei fenomeni fisiologici. Tra questi, particolare rilievo assunse il pletismografo, che consentiva di analizzare in modo congiunto respirazione e circolazione mediante la registrazione delle variazioni di volume legate al flusso sanguigno negli arti (Mosso, 1875). L'apparecchio era costituito da un cilindro di vetro nel quale veniva inserita la parte distale di un arto; il cilindro, riempito d'acqua, trasmetteva idraulicamente le minime variazioni di volume dell'arto a un manometro dato da una colonna di vetro contenente di mercurio. Il movimento del menisco del manometro azionava una penna che tracciava il segnale sulla carta del chimografo (Mosso, 1875).

Grazie a questo strumento, divenne per la prima volta possibile misurare in modo oggettivo le relazioni tra attività fisiologica, respirazione, emozione e distribuzione del sangue. In tale prospettiva, il pletismografo di Mosso può essere considerato il precursore concettuale delle moderne tecniche pletismografiche e ottiche; sebbene basate su tecnologie differenti, esse condividono lo stesso principio fondamentale, ossia la rilevazione delle variazioni di volume o di flusso sanguigno come indicatori della regolazione fisiologica dell'organismo (Galloni, 2014; Fausone & Galloni, 2018). In una fase successiva, Mosso applicò al piede del paziente una variante del pletismografo, denominata

pletismografo gasometrico, che non utilizzava l'acqua ma un liquido a densità molto bassa, come l'etere o l'essenza di petrolio (Mosso, 1877, 1884).

L'evoluzione tecnologica delle apparecchiature impiegate divenne così un elemento ricorrente negli anni successivi della vita scientifica del fisiologo torinese. Nel 1875, all'inizio della propria carriera universitaria, Mosso si presentava infatti già fortemente convinto del *«predominante valore dei fatti sulle interpretazioni e sulla loro applicabilità immediata»*, auspicando, all'apertura dell'insegnamento di Materia Medica e Terapeutica sperimentale a lui affidato nel novembre di quello stesso anno, che *«sulle ceneri della cattedra si innalzasse il laboratorio»* (Foà, 1911). Nei fatti quello che Mosso proponeva non era solo un metodo di lavoro, ma un vero e proprio manifesto per la scienza moderna: *«perché la scienza progredisca, occorre un metodo di registrazione automatica, che scriva tutti i fenomeni di movimento. Tale è il metodo grafico. Il palpito del cuore, l'affanno del respiro, il tremore dei muscoli, la velocità del sangue, la parola, il pensiero e la percezione, lasciano col metodo grafico una traccia indelebile di sé. Nulla è tanto veloce nella vita e nell'universo che il metodo della registrazione automatica non riesca a eseguire e direi quasi a trattenere per farne un'analisi minuta e darne una precisa misura»* (Mosso, 1894).

Come scrisse Foà nel necrologio dedicato al fisiologo torinese, in quelle parole si coglieva chiaramente *«il giovane fattivo di prevalente cultura tecnica, e insieme il combattente contro la vuota oratorietà cattedratica prevalsa in tempi non molto lontani dal suo»*. Sebbene il laboratorio di Mosso avrebbe ricordato ad un inesperto osservatore più un'officina che non un luogo pensato per la ricerca, con Mosso inizia a prendere forma quell'insieme organico di ambienti destinati alla ricerca, che oggi conosciamo come laboratori di ricerca sperimentale (Foà, 1911).

2. Da giovane sperimentatore a fondatore della fisiologia sperimentale italiana: l'opera di Angelo Mosso per la comprensione del lavoro muscolare e della fatica

I successi ottenuti nei suoi esordi sperimentali non passarono inosservati, tanto che già nel 1877 Mosso venne chiamato a ricoprire l'incarico di professore straordinario, per poi ricevere, l'anno seguente, la nomina a professore ordinario (Fig. 1a). Ciò rese possibile la sua presa di servizio presso l'Università di Torino nel 1879, in seguito al trasferimento di Jakob Moleschott all'Università di Roma. Mosso fece così il suo ingresso, all'età di 33 anni, nella vita accademica torinese come professore di fisiologia, assumendo una cattedra già fortemente qualificata sul piano scientifico e culturale, avendo essa beneficiato per quasi vent'anni dell'insegnamento di uno dei fisiologi più apprezzati del tempo. Un risultato tutt'altro che scontato, se si considera che Mosso proveniva

da un contesto di modeste condizioni economiche e che la sua formazione era stata più volte ostacolata dalle difficoltà finanziarie della famiglia.

Già da subito Mosso portò nel contesto italiano una nuova visione del corpo, in quanto l'oggetto di studio non era più il corpo osservato e descritto, ma la sua funzione in atto. Il fisiologo torinese si dedicò in primo luogo allo studio dell'apparato circolatorio e della vascolarizzazione di muscoli e cervello (Mosso, 1875, 1877, 1884, 1895). Come osservava Luigi Luciani, fisiologo italiano di primo piano e, insieme allo stesso Mosso, tra i fondatori della fisiologia sperimentale nel nostro Paese: «*tra i più ingegnosi lavori del Mosso sono quelli coi quali analizzò le diverse forme di oscillazioni pulsatorie, positive o negative, dipendenti dall'attività del cuore, trasmesse alle arterie, alle vene, all'aria polmonare, alle pareti toraciche ed addominali. Sono contributi durevoli, perché fondati su ricerche condotte con tecnica perfetta e guidati da fine discernimento critico*» (Luciani, 1910).

In questo ambito, ad esempio, Mosso ideò un nuovo sfigmomanometro, nel quale il paziente inseriva il dito medio e l'anulare di entrambe le mani in guanti di gomma collocati all'interno di quattro tubi metallici. Lo spazio tra guanto e parete del tubo era colmato d'acqua, che trasmetteva le oscillazioni pressorie arteriose a un manometro mediante un sistema idraulico (Mosso, 1895). Nel 1896 il pediatra torinese Scipione Riva-Rocci sviluppò e perfezionò tale apparecchio, dando forma allo sfigmomanometro a bracciale tuttora in uso (Fausone & Galloni, 2018).

Mostrando un'acuta capacità sperimentale, non comune per l'epoca, Mosso era in grado di sfruttare con straordinario intuito ogni occasione per indagare più a fondo il funzionamento del corpo umano. In pazienti con difetti o danni cranici che lasciavano alcuni tratti privi di teca ossea applicò, ad esempio, un timpano di Marey direttamente sulla cute del capo (Mosso, 1880). Le pulsazioni dei vasi, trasmesse attraverso le meningi, venivano convogliate tramite il sistema pneumatico e registrate graficamente, consentendo di mettere in relazione attività mentale e circolazione cerebrale (Mosso, 1880; Fausone & Galloni, 2018).

Alcuni passaggi di Mosso risultano ancora oggi straordinariamente efficaci per comprendere la portata dei cambiamenti che stavano caratterizzando la nascente fisiologia sperimentale. Mosso, ad esempio, osservava: «*I mutamenti che subiscono le funzioni del cervello, quando diminuisce o cresce l'afflusso del sangue in quest'organo, formano uno degli studi più interessanti di cui possa occuparsi sperimentalmente il psicologo: perché in nessun altro modo può rendersi meglio evidente il legame strettissimo che vincola i fenomeni psicologici colle funzioni materiali dell'organismo. (...) Ho infatti osservato che le emozioni esercitano un'azione assai più manifesta sulla circolazione cerebrale che non il lavoro intellettuale, per quanto ne sia grande la sua energia.*

Esempi di queste emozioni mi capitarono col prof. Giacomini nelle esperienze che abbiamo fatto sopra la Caterina X. Un giorno noi eravamo nell'Istituto anatomico intenti ad una osservazione sui movimenti del cervello. Tutto d'un tratto e senza alcuna causa esterna si aumenta l'altezza delle pulsazioni e il volume del cervello. Il fatto parendomi strano domando alla donna come si sentisse. Essa mi risponde che sta bene. Vedendo che questa grande modificazione non cessava, io interrompo l'esperienza; esamino l'apparecchio se tutto è in ordine e quindi la prego di dirmi per filo e per segno a che cosa pensa da circa due minuti. Essa mi dice che mentre era distratta e guardava nell'armadio che le stava di fronte vide un cranio, e soggiunge che quella testa di morto le ha messo un poco di paura» (Mosso, 1880).

Questo passaggio mostra come, già nel 1880, Mosso avesse superato tanto il vitalismo quanto il materialismo che avevano caratterizzato la fisiologia ottocentesca, aprendosi a una fisiologia dell'uomo in azione, fondata su un rigore metodologico crescente, in cui l'oggetto di studio non era più l'organo come entità statica, ma il suo funzionamento.

Il fisiologo torinese fece, inoltre, interessanti osservazioni sul ruolo del sangue nel trasporto dell'ossigeno, tanto da scrivere che «*il sangue ha per compito essenziale il trasporto dell'ossigeno ai tessuti; il lavoro muscolare non può compiersi senza questo continuo e rapido rifornimento. È ai corpuscoli rossi che spetta la parte principale in tale scambio*». In parallelo riconosceva che «*quando il lavoro aumenta, il bisogno dell'ossigeno cresce e con esso la rapidità della circolazione; i corpuscoli rossi diventano allora i veri portatori della forza vitale*», per cui «*le variazioni dei corpuscoli rendono più facile o più difficile l'arrivo dell'ossigeno al cervello; onde deriva talvolta la prontezza del pensiero, talvolta la sua lentezza faticosa*» (Mosso, 1891).

Mosso aveva pertanto già intuito il ruolo dei globuli rossi e dell'ematocrito e, consapevole della rilevanza di questi "corpuscoli rossi", tentò anche di comprenderne l'origine, senza tuttavia conseguire risultati definitivi. Come sottolineava ancora Luciani: «*meno felici furono le sue ricerche sulla genesi e sulle metamorfosi dei corpuscoli del sangue, nelle quali sostenne idee arrischiate, che non furono sanzionate dalle indagini successive. Ma anche in questi tentativi si rivelò l'originalità del suo ingegno, in quanto riesci ad eccitare un movimento di revisione delle dottrine sull'emopoiesi, che non furono inutili al progresso della scienza, a promuovere il quale, come è noto, val più talora un errore fecondo che una verità sterile*» (Luciani, 1910).

Questo primo ambito di ricerca permise a Mosso non solo di fare numerose osservazioni innovative, ma anche di fare propria una nuova forma di fisiologia sperimentale fondata su misure strumentali e su un uso critico della strumentazione, volto a evitare non solo errori tecnici, ma anche interpretazioni scorrette dei fenomeni osservati. Nel suo lavoro sulla circolazione del sangue nel

cervello, ad esempio, Mosso annota con precisione che *«oltre al difetto della registrazione continua, oltre la difficoltà di un'applicazione sempre identica, e la mancanza della pressione costante, che rende inadatto lo strumento di Marey per osservazioni prolungate ed esperienze di confronto, mi accorsi nelle mie ultime indagini sul polso, che lo sfigmografo di Marey deforma notevolmente le pulsazioni per mezzo della resistenza della molla metallica, per cui mancano nei tracciati molte particolarità che osservatisi nel polso cerebrale e che compaiono nel braccio, quando noi ci serviamo dell'idrosfigmografo che è più sensibile»* (Mosso, 1880). La ricerca sperimentale risulta quindi utile ed efficace, secondo Mosso, solo se condotta con la strumentazione più adeguata e con estremo rigore; è proprio dall'assenza di tale rigore che, ribadisce più volte il fisiologo torinese, derivano le numerose controversie legate a esiti differenti ottenuti nelle medesime osservazioni sperimentali.

Una svolta decisiva nell'opera di Mosso maturò con la pubblicazione di *La fatica* (Mosso, 1891), testo nel quale il fisiologo torinese sostenne per la prima volta che la diminuzione progressiva della forza muscolare potesse essere seguita nel tempo, attraverso strumenti di misura, e tradotta in rappresentazioni grafiche. In tal modo, la fatica veniva sottratta alla dimensione puramente soggettiva per diventare un fenomeno suscettibile di analisi quantitativa. In questa prospettiva rinnovata, l'azione motoria non era più concepita come una semplice sequenza di atti isolati, come contrarre, sollevare e resistere, ma come un processo continuo, definibile attraverso curve, profili funzionali e parametri di prestazione misurabili.

Come già accaduto nei precedenti ambiti di ricerca, anche in questo contesto Mosso ritenne necessario fare ricorso a specifiche strumentazioni, ma anziché utilizzare i dinamometri già in uso, il fisiologo italiano ne inventò una nuova versione per registrare espressamente il lavoro muscolare, perché *«l'ergografo ci dà scritta una delle cose più intime e più caratteristiche del nostro individuo, cioè il modo col quale noi ci affatichiamo»* (Mosso, 1891). L'introduzione dell'ergografo (Fig. 1b) fu necessaria perché il fisiologo italiano ritenne essenziale fare le proprie osservazioni usando modelli sperimentali vivi (uomo compreso) allontanandosi quindi dalle limitate possibilità che i muscoli dissezionati di rana potevano offrire: *«quasi tutte le ricerche precedenti – scriveva Mosso – sono state eseguite sui muscoli delle rane staccati dal corpo. Ma colle rane non è possibile riprodurre la funzione normale dei muscoli ed imitare l'opera dell'uomo che compie un lavoro meccanico. Messomi intorno a questo studio ho cercato innanzi tutto di costruire uno strumento che misurasse con esattezza il lavoro meccanico dei muscoli dell'uomo e le variazioni che per effetto della fatica potevano succedere durante il lavoro dei muscoli medesimi»* (Mosso, 1891).

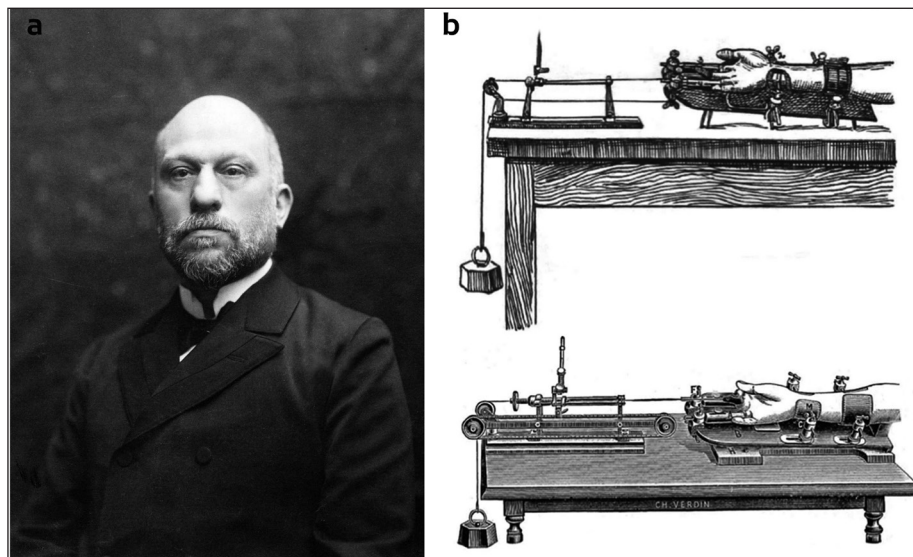


Fig. 1 – Ritratto di Angelo Mosso (a); progetto con realizzazione finale dell'ergografo (b).

La prima conclusione a cui Mosso giunse è che nessun animale può muoversi per tempi indefiniti, perché qualcosa si consuma nel muscolo ogni volta che questo si contrae: *«Per rispondere più o meno bene a queste domande dobbiamo prima conoscere la legge della conservazione dell'energia»*, scriveva Mosso, nella cui idea il movimento diveniva un processo con precise basi chimico-fisiche, in quanto *«la forza chimica contenuta negli alimenti ingeriti e nell'ossigeno inspirato è la sorgente delle manifestazioni di forza, di movimento e di calore e la somma delle forze fisiche prodotte da un animale è uguale al processo chimico corrispondente»* (Mosso, 1891). La conseguenza inevitabile, suggerisce Mosso, è che sfruttata tutta l'energia disponibile, al muscolo non resta che progressivamente ridurre, sino a cessare, il proprio lavoro.

Per approfondire ulteriormente le proprie analisi sul lavoro muscolare e la fatica, Mosso ideò anche altri strumenti, tra cui il ponometro, che misurava l'aumento dello sforzo nervoso man mano che aumentava la fatica, e il miotonometro per rilevare la tonicità dei muscoli. Come scrisse nelle proprie opere: *«nelle indagini che ho fatto servendomi dell'ergografo per studiare la fatica dei muscoli nell'uomo, ebbi più volte occasione di considerare i cambiamenti che subisce la tonicità dei muscoli per effetto delle contrazioni volontarie, o per mezzo delle correnti elettriche applicate sui nervi e sui muscoli. Tali ricerche mi indussero a costruire un apparecchio per fare in modo più comodo e più esatto delle ricerche sulla tonicità dei muscoli nell'uomo»* (Mosso, 1891).

A partire da queste osservazioni, Mosso giunse alla conclusione che la fatica, pur potendo essere modulata dall'allenamento, non fosse mai interamente eliminabile. In contrasto con una convinzione ampiamente diffusa nella fisiologia ottocentesca, secondo cui l'organismo disporrebbe di riserve energetiche distinte e indipendenti destinate a funzioni specifiche, egli sostenne l'esistenza di un'unica economia energetica dell'organismo umano. Ne derivava che nessuna attività poteva essere spinta ai limiti estremi senza ripercussioni sull'insieme delle altre. Non si poteva a suo avviso protrarre uno sforzo fisico fino allo sfinimento mantenendo intatta la lucidità mentale, così come non era possibile un intenso lavoro intellettuale senza un costo per l'equilibrio corporeo complessivo. In questa cornice teorica, la fatica assumeva il carattere di un fenomeno globale, espressione di un progressivo venir meno della capacità dell'organismo di sostenere l'azione. Quello che ai suoi contemporanei appariva come un semplice cedimento del muscolo veniva così reinterpretato come l'esito finale di un esaurimento che coinvolgeva in modo inseparabile sia le componenti muscolari che nervose (Mosso, 1888).

Letto a posteriori, il lavoro di Mosso sulla fatica appare sorprendentemente attuale (Di Giulio *et al.*, 2006; Sandrone *et al.*, 2014). Le sue osservazioni anticipano infatti l'idea, oggi consolidata, che il senso di fatica non dipenda da un singolo meccanismo locale, ma da sistemi di regolazione che modulano la risposta dell'organismo allo sforzo. Da un lato, tali sistemi agiscono limitando progressivamente l'efficacia dello stimolo, prevenendo la saturazione delle funzioni coinvolte; dall'altro, attivano processi di adattamento che persistono anche dopo la cessazione dello stimolo stesso. In questo senso, la fatica non rappresenta semplicemente un segnale di esaurimento, ma una componente attiva della regolazione fisiologica dell'organismo (Enoka & Duchateau, 2016).

In questo contesto, un contributo poco valorizzato del lavoro di Mosso emerge in *Fisiologia dell'Uomo sulle Alpi* (Mosso, 1897), dove la misurazione non riguardò più soltanto la fatica muscolare in condizioni standard, ma la variazione della risposta fisiologica in ambienti diversi (Fig. 2).

Il Monte Rosa divenne una vera e propria estensione del laboratorio, in cui Mosso registrava (avvalendosi di una ricca ed eterogenea strumentazione) il cambiamento del respiro, della frequenza cardiaca, della forza muscolare, dei tempi di recupero e della tolleranza allo sforzo in relazione a parametri quali altitudine, temperatura ambientale e rarefazione dell'aria.

Il lavoro di Mosso in montagna era molto complesso e gli imprevisti dovevano essere all'ordine del giorno. Ad esempio, lamenta Mosso, «*le forti bufere che imperversarono durante il nostro soggiorno sulla vetta del Monte Rosa non mi permisero di completare tali ricerche, perché spesso il vento invertiva il tiraggio delle stufe e cambiava tanto il contenuto di anidride*

carbonica nell'aria normale, da rendere dubbio il risultato delle ricerche» (Mosso, 1897). L'aspetto che colpisce è che nonostante le difficoltà e gli strumenti certamente non molto sofisticati, Mosso sia riuscito a evidenziare numerose forme di adattamento della nostra fisiologia all'ambiente montano: *«le condizioni del nostro organismo quando ci troviamo sulla vetta del Monte Rosa sono dunque talmente diverse dalle normali, che diminuisce la sensibilità per l'anidride carbonica inspirata. Anche le persone che soffrono meno l'azione dell'aria rarefatta, come succede in me e nell'inserviente Magnani, che non si è mai lamentato di alcun incomodo, possono presentare a grandi altezze per l'azione dell'anidride carbonica dei fenomeni, i quali non si osservano mai nella pianura»* (Mosso, 1904). Le conclusioni di Mosso, alla luce delle conoscenze attuali, contengono vari errori in quanto oggi sappiamo che non è che il sistema diventi meno sensibile in assoluto, ma è la regolazione respiratoria che cambia. Ma la direzione interpretativa era già quella giusta, mostrando una competenza molto più avanzata di quanto ci si aspetterebbe da un fisiologo di fine Ottocento.

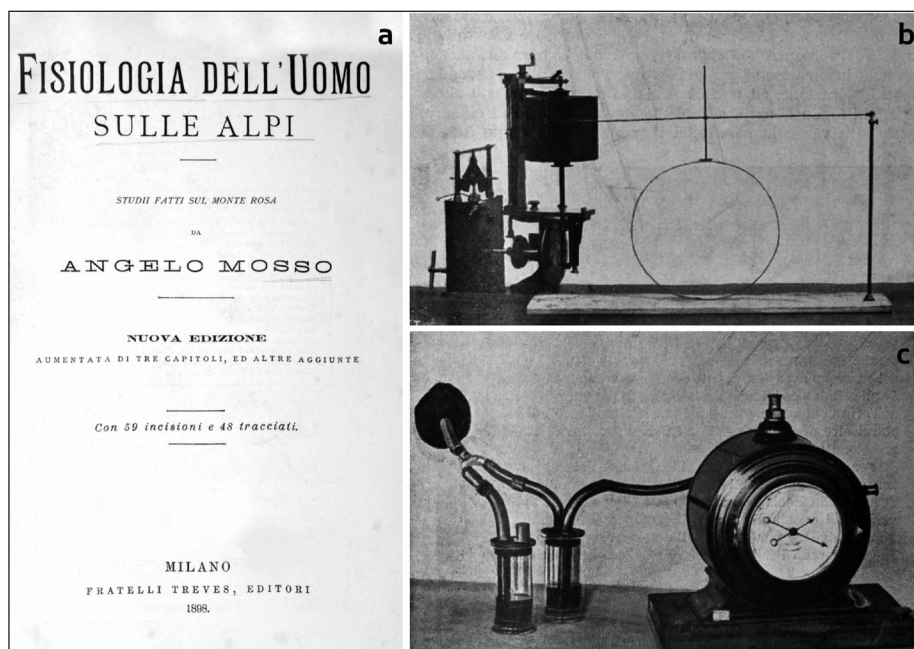


Fig. 2 – Frontespizio dell'opera *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi* (a) con riproduzione fotografia di una parte della strumentazione usata da Mosso per la registrazione grafica delle variazioni fisiologiche in ambiente d'alta quota, tra cui uno strumento per tracciare l'espansione del torace durante la respirazione (b) e un contatore per misurare la quantità di aria inspirata (c).

Un ulteriore aspetto di interesse è legato al fatto che per il fisiologo torinese la fatica cessa di essere un limite, ma assume una precisa funzione di protezione del nostro corpo che Mosso, dotato anche di non comuni abilità comunicative, assimila al fischio di una valvola di sicurezza per il nostro corpo: *«L'aver noi il respiro più frequente e i battiti del cuore più rapidi, quando facciamo un lavoro maggiore coi muscoli, permette di paragonare il nostro corpo ai motori a gas che ora si adoperano nelle industrie, i quali regolano automaticamente la forza motrice. In queste macchine quando diviene più duro il movimento che devono compiere, si sente subito che i colpi di stantuffo e le esplosioni diventano più frequenti. Tale similitudine non serve completamente, perché la nostra macchina è assai più complicata. È una perfezione grande della nostra macchina che il sangue affluisca più abbondante agli organi quando si affaticano. (...) La macchina nostra è così fatta che la fatica ci ferma solo poco prima che la bilancia stia per traboccare. Il dolore che accompagna la fatica è come una valvola di sicurezza, che si apre solo per dare il fischio di allarme e così fino a quel momento possiamo lavorare tranquilli»* (Mosso, 1897).

3. La scuola di Angelo Mosso a Modena: Mariano Luigi Patrizi e l'affermazione della fisiologia sperimentale modenese

In modo analogo a quanto fatto da Ludwig a Lipsia, Mosso diede vita a Torino a una vera e propria “scuola fisiologica”, nella quale concretizzare la propria volontà di *«trasfondere in altri, intorno a lui raccolti, attitudini, sapere, energie, ideali e metodi»* (Aducco, 1912). Il fisiologo torinese era, infatti, non solo un eccellente scienziato, ma amava spingere i propri allievi a mettersi alla prova esplorando nuovi ambiti di ricerca, per cui *«aveva le qualità che di uno studioso fanno un maestro, che danno all'attività personale quella forza espansiva per cui influisce sull'attività degli altri e le imprime coscienza, ardore e direzione. Dalla sua complessa individualità emanava come un'essenza sottilissima, che agiva, per virtù dinamogena, su quanti gli stavano al fianco»* (Aducco, 1912). Tra gli allievi più brillanti, sono indubbiamente da segnalare Luigi Luciani, Amedeo Herlitzka, Osvaldo Kiesow e Mariano Luigi Patrizi, cui si deve l'avvio della fisiologia sperimentale a Modena.

Mariano Luigi Patrizi (Fig. 3a) nacque a Recanati il 23 settembre 1866 in una famiglia di modeste condizioni economiche e nella città natale trascorse l'infanzia e la prima giovinezza. Gli studi liceali lo portarono a Camerino, dove fu ospitato presso famiglie agiate in cambio di lavori domestici e di assistenza al bestiame, secondo una pratica allora non infrequente per studenti privi di mezzi. Conclusa la formazione liceale, Patrizi si iscrisse alla Facoltà di Medicina dell'Università di Roma, dove divenne allievo di Jakob Moleschott presso l'Istituto di Fisiologia e conseguì la laurea nel 1890 (Barbieri & Taddei,

2006). Successivamente entrò all'Università di Torino nel laboratorio di Angelo Mosso, dove apprese celermente l'uso delle numerose attrezzature sperimentali ideate dal fisiologo torinese, tanto che già nel 1892 venne nominato assistente ordinario di laboratorio (Mor, 1952).

Nel 1895 Patrizi ricoprì l'insegnamento di fisiologia all'Università di Ferrara, per poi trasferirsi prima a Sassari e infine a Modena, dove nel 1898 divenne titolare della cattedra di fisiologia. A Modena l'insegnamento della fisiologia non aveva mai avuto una copertura stabile autonoma, ma era stato per anni affidato ad Arnaldo Maggiora, docente di Igiene, riflettendo una concezione ancora molto diffusa a fine Ottocento che vi fosse una stretta affinità tra queste due discipline tanto da giustificare un insegnamento congiunto (Mor, 1952, 1963). Ciò giustificava la presenza di un unico docente per entrambe le materie, in particolare nelle sedi universitarie medio-piccole, quale era Modena tra fine Ottocento e primo Novecento.

Con l'arrivo di Patrizi l'Istituto di Fisiologia, che prima aveva a disposizione due sole stanze, venne ospitato nella *«decorosa sede del Palazzo degli Istituti Biologici (in Sant'Eufemia), ove il Patrizi stabilì una larga e logica disposizione degli ambienti. L'attrezzatura, pur non essendo eccessivamente doviziosa, era però sufficientemente rispondente alle necessità della ricerca»* (Mor, 1952). L'arrivo di Patrizi diede dunque una concreta attuazione alla volontà della Facoltà medico-chirurgica di avviare anche a Modena, come già avvenuto in altre sedi universitarie, un laboratorio di fisiologia moderno e con una chiara vocazione sperimentale.

Nell'inaugurazione dell'anno accademico 1910-1911 il Rettore modenese Giuseppe Cesari riportava che *«anche quest'anno dobbiamo lamentare l'allontanamento di valentissimi e cari colleghi che sono stati attratti da più amate sedi»* (Cesari, 1911), tra i quali figurava anche Patrizi, che per il triennio 1910-1913 insegnò a Torino succedendo in "temporanea missione" a Cesare Lombroso nella cattedra di antropologia criminale. Al suo posto venne chiamato, come incaricato, Emilio Cavazzani, già ordinario di Fisiologia nella vicina Università di Ferrara, che assunse temporaneamente anche la direzione dell'Istituto di Fisiologia (Mor, 1963). Nel 1914 Patrizi fece ritorno nell'Ateneo modenese, dove rimase fino al 1924, anno in cui si trasferì a Bologna, città in cui morì il 9 settembre 1935.

Negli anni passati a Modena, i principali argomenti di studio di Patrizi riguardarono le relazioni tra il "fenomeno fisiologico e quello psichico" nell'uomo e l'analisi delle funzioni motorie e respiratorie sia nell'uomo che in modelli animali (Patrizi & Franchini, 1906).

Tra le opere più note del docente modenese vi è indubbiamente quello che venne ai tempi denominato "il guanto volumetrico di Patrizi", che nei fatti derivava dal pletismografo di Mosso di cui riprendeva il principio fisico e la logica

di registrazione, ma era concepito per misurare in modo continuo e quantitativo le variazioni della circolazione sanguigna periferica della mano. Questo strumento, in termini funzionali, serviva a trasformare fenomeni fisiologici e psichici non direttamente osservabili in tracciati grafici misurabili, secondo la tradizione inaugurata da Mosso e sviluppata nell'ambito della psicofisiologia italiana di fine Ottocento. Mentre Mosso impiegava la pletismografia come strumento conoscitivo per lo studio dei rapporti tra circolazione ed attività psichica, Patrizi ne operò una specializzazione funzionale e un'estensione applicativa, spingendola verso la psicologia e, soprattutto, l'ambito medico-legale, anche in collaborazione con figure di spicco quale l'antropologo criminale Cesare Lombroso (Fig. 3b).

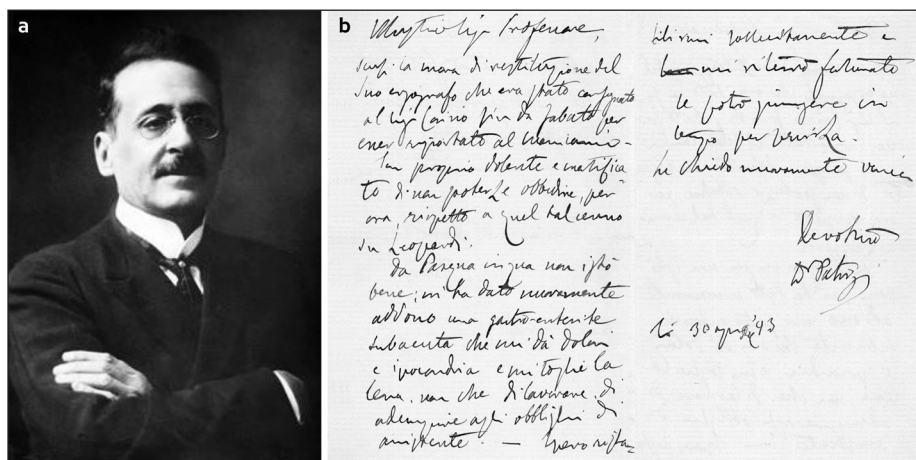


Fig. 3 – Ritratto di Mariano Luigi Patrizi (a) e lettera inviata da Patrizi a Cesare Lombroso (b), in data 30 aprile 1893, attestante la collaborazione per sperimentare l'uso di alcuni strumenti a fine forense (da lettera originale conservata presso il Museo di Antropologia Criminale "Cesare Lombroso" dell'Università di Torino).

L'apparecchio di Patrizi nei fatti rappresentò un antenato strumentale delle tecniche psicofisiologiche forensi (un sorta di antenato del poligrafo), fondato sull'idea che il corpo reagisca prima e al di là della volontà cosciente a determinati stimoli e come si evince dall'analisi che Patrizi stesso pubblico nel 1905, il "suo" guanto ebbe grande successo anche nelle prime prove di applicazione che vennero realizzate, tra gli altri, anche da Lombroso: «*I fenomeni cardio-vasomotori, appunto perché rimangono inconsapevoli e involontari, e perché vengono destati dal minimo urto per una serie di motivi interni ed esterni, fisiologici e psicologici, furono prescelti come segnali fedeli e delicatissimi delle emozioni. E la pletismografia vi aveva già trovato adatta materia.*

Il Patrizi ed altri, valendosi delle semplificazioni indotte da lui nella tecnica, si sono soffermati non brevemente sui cambiamenti volumetrici d'una regione vascolarizzata, in rapporto al grado della emotività dell'individuo; né sappiamo su quale altro spediente si potrebbe far migliore fidanza, per documentare un così fondamentale lineamento dalla sembianza psichica. È però certo che i movimenti dei vasi sanguigni non sono in un organismo gli unici avvisatori di una interna agitazione! A questa deve far riscontro un mutamento del respiro, un variar di diametro nella pupilla, un contraccollo sul resto della muscolatura liscia (stomaco, intestina), un effetto sulla attività secretoria, una oscillazione calorimetrica, un differente comportarsi delle correnti elettriche sulla pelle. (...) La pletismografia col guanto volumetrico ha trovato buona accoglienza anche presso gli specialisti di perizie psichiatrico-legali: ne è testimonianza la lista degli Istituti che lo richiesero al Laboratorio di Modena. Lombroso e Audenino si giovarono del guanto Patrizi nella inchiesta psichica sul detenuto Tosetti, il quale era stato ingiustamente accusato dei delitti che commossero due anni or sono la cittadinanza torinese: la violentazione e l'uccisione di fanciulle. Le espressioni vascolari (sia positive che negative) delle emozioni nel Tosetti, saggiate col nostro apparecchio pletismografico, fecero dire al Lombroso che esso serve, non solo a scoprire il reo, ma a riconoscere l'innocente» (Patrizi, 1905).

La lettura di Patrizi è veramente sorprendente perché il tracciato pletismografico che lui ricostruiva era così sensibile da essere utile per definire l'identità corporea del singolo soggetto misurato. Non più solo i processi generali che Mosso studiava, ma profili individuali applicati anche a casi concreti, come la valutazione dell'onesta di alcuni criminali durante gli interrogatori. Era però chiaro a Patrizi che tanto più erano fine le variazioni che si voleva studiare tanto maggiore doveva essere il rigore dell'osservazione e la qualità della strumentazione, ovvero lo sperimentatore doveva agire «*colla propria indiscreta osservazione e colla polizia sottile dei propri strumenti*» (Patrizi, 1908).

Con Patrizi tutto diventa fisiologia: parlare, ascoltare e muoversi. Ogni atto mentale viene ricondotto a flussi, ritmi e consumi organici. Non è poco, se si pensa alla fatica che Moleschott dovette fare, pochi decenni prima, per far passare l'idea che anche il pensiero fosse materia. Con Patrizi è evidente che quella battaglia sembra ormai vinta: non resta che misurare come, e quanto, il corpo realizzi ogni "gesto" della mente.

Il lavoro svolto da Patrizi a Modena fu in piena continuità non solo con quello di Mosso, ma più in generale con l'impostazione condivisa da numerosi fisiologi italiani della fine dell'Ottocento e dei primi decenni del Novecento. A differenza delle coeve ricerche neurofisiologiche sviluppate nei laboratori inglesi e tedeschi (in particolare a Oxford e Cambridge, sotto la guida di figure come Charles Sherrington, Francis Gotch, Keith Lucas ed Edgar Adrian)

l'indagine sperimentale condotta in Italia non fu mai orientata all'analisi dei meccanismi cellulari della trasmissione nervosa né allo studio dei processi elettrici elementari su fibre isolate di animali da laboratorio. L'attenzione era piuttosto rivolta alle manifestazioni funzionali globali dell'attività nervosa nell'uomo, osservate attraverso le modificazioni della circolazione, del tono muscolare, della respirazione, della temperatura e delle risposte cutanee sotto stimolazione.

Gli strumenti ideati da Mosso e Patrizi riflettevano pienamente questa impostazione: non dispositivi per isolare il singolo segnale nervoso, ma apparati capaci di registrare variazioni integrate dell'organismo in azione, restituendo andamenti fisiologici complessi e correlazioni funzionali. Non rientrava negli obiettivi di questi studiosi la formulazione di leggi generali dell'eccitazione nervosa in termini fisico-chimici, né l'indagine dei fenomeni a livello microscopico. L'interesse era invece rivolto al corpo vivente considerato come sistema unitario, osservabile nei suoi adattamenti funzionali e nelle sue risposte complessive. Questo orientamento metodologico, distante dagli approcci elettrofisiologici allora emergenti nei laboratori stranieri, contribuì a definire in modo duraturo il profilo della fisiologia italiana, mantenendo centrale lo studio dell'uomo e dei suoi stati funzionali.

È infine interessante osservare che il lavoro di Patrizi non si limitò alle attività legate all'Università di Modena, in quanto fu anche molto attivo come membro della Società Medico-Chirurgica di Modena e socio sia della Reale Accademica di Scienze, Lettere e Arti di Modena che della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, di cui per diversi anni fu anche componente del Consiglio di redazione degli Atti (Mor, 1963).

A dispetto della sua ampia produzione scientifica (Agazzotti, 1936), Luigi Mariano Patrizi venne ben presto in larga misura dimenticato, e la sua opera è oggi solo raramente citata nei manuali di storia della fisiologia e nei percorsi formativi contemporanei. La sua attività di ricerca fu, tuttavia, tutt'altro che marginale e meriterebbe una rilettura, anche alla luce del ruolo concreto che egli ebbe nella costruzione della fisiologia sperimentale a Modena, disciplina che da allora non cessò più di essere presente nell'ateneo modenese.

4. La morte di Mosso, ma non della sua scuola

Nel 1904, mentre si trovava al Congresso internazionale dei fisiologi tenutosi a Bruxelles, Mosso iniziò a manifestare i primi sintomi di una non ben precisata malattia neurologica, che venne allora identificata come una possibile forma di tabe dorsale, oggi riconosciuta come una degenerazione progressiva delle colonne posteriori del midollo spinale. Indipendentemente dall'eziologia, i sintomi dovevano essere abbastanza gravi, tanto che al fisiologo torinese

venne consigliato non solo di cessare la propria attività di ricerca in laboratorio, ma anche di trasferirsi verso città con un clima più mite (Foà, 1912).

Avendo da poco ricevuto la nomina a senatore, Mosso optò per trasferirsi a Roma, dove iniziò a interessarsi a nuove tematiche, tra cui l'archeologia, l'antropologia e lo studio delle antiche civiltà mediterranee. Questa trasformazione non rappresentò un vero e proprio abbandono della fisiologia, ma piuttosto un ampliamento della sua prospettiva, nella convinzione che i popoli, come gli organismi, nascano, crescano, decadano e rinascano. Da questa fase derivano i suoi viaggi a Creta e nel mondo egeo, la collaborazione con Heinrich Schliemann e Federico Halbherr e l'interesse per la preistoria, che accompagnò Mosso fino agli ultimi anni.

Il 9 novembre 1910 Angelo Mosso fu colto da una grave "crisi tabetica", che lo condusse alla morte la mattina del 24 novembre di quello stesso anno. Con la sua morte scompare una delle più insigni, complesse ed armoniche personalità della fisiologia italiana ottocentesca, egualmente e meritamente apprezzata ed ammirata in patria come all'estero.

Al suo corteo funebre intervenne una gran folla di persone, composta da professori, studenti, amici e politici. Il suo feretro venne portato a spalla da un drappello di otto studenti di medicina, che indossavano il rosso berretto goliardico. In molti vennero per porgere l'ultimo saluto "allo spirito di Angelo Mosso, che sciolto dai vincoli corporei, si librò nell'aere oltre la collina di Superga, continuando a ricercare i misteri della vita e della morte" (Foà, 1912). Tra i numerosi necrologi che vennero pubblicati, il più toccante ancora oggi resta quello scritto dall'amico e allievo Carlo Foà, che così scrisse: «*Scrivo di lui in questa sua camera di lavoro, in una notte di angoscia, che non attende più il suo risveglio. Fino a che Egli è nella stanza vicina composto tra i fiori, sul letto dove soffrì la sua lunga agonia, mi pare che ancora qualcosa di Lui resti ad animare queste cose che furono sue, e in una sintesi dolorosa di ricordi mi par di riudire le parole che Egli mi era venuto dicendo tra queste pareti, ove passava solitario le sue ore di studio, assorto fra quelle carte che ancora palpitano sullo scrittoio, come se aspettassero di essere definitivamente composte. (...) Chi ebbe la fortuna di essergli vicino negli anni migliori porta nel cuore il ricordo e l'esempio confortante di uno spirito che subì sempre completa e serena l'illusione della vita, che non si lasciò abbattere da sconforto o da malanno, che non si arrestò mai alla inutile contemplazione che infiacchisce, ma andò sempre innanzi diritto, senza soste e senza incertezze sulla via di un alto ideale: quello del lavoro nobile e disinteressato. (...) Soltanto un uomo, in cui ardesse alta la fiamma di un intelletto poderoso ed inestinguibile il fuoco d'una grande attività, poteva compiere tale somma di lavoro e dare alla scienza tanta messe di fatti e di dottrine. Si può ben dire che egli è stato un trionfatore della vita!*» (Foà, 1912).

Così terminava la vita di Angelo Mosso, un uomo dall'eccezionale vigore, il fisiologo della fatica, l'instancabile divulgatore di principi scientifici e l'uomo di scienza e di arte che «*non fu, come tanti furono e sono, profondo nella sua disciplina ed ignaro ed incurante delle altre. L'indagine scientifica non gli apparve isolata ed astratta nella sua entità accademica: egli non solo la considerò connessa con la vita pratica, ma ne vide la poesia e l'importanza filosofica*» (Luciani, 1910).

Bibliografia

- ADUCCO P., 1912 – *Discorso del professore Vittorio Aducco, professore di Fisiologia all'Università di Pisa, all'Accademia dei Lincei nella seduta del 2 aprile 1911*. In: AA.VV. "Angelo Mosso: la sua vita e le sue opere", pp. 35-72, F.lli Treves, Milano.
- AGAZZOTTI A., 1936 – *Commemorazione di L.M. Patrizi*. Atti e Memorie R. Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, V, pp. 97-102.
- BARBIERI F., TADDEI F., 2006 – *L'Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena. Dalle origini (1683) al 2005*. Tomo I, "La storia e i soci", Mucchi Editore, Modena.
- CESARI G., 1911 – *Discorso per la solenne inaugurazione degli studi avvenuta il 5 novembre 1910*. Annuario R. Università di Modena, Tipografia Soliani, Modena, pp. 6-23.
- DI GIULIO C., DANIELE F., TIPTON C.M., 2006 – *Angelo Mosso and muscular fatigue: 116 years after the first Congress of Physiologists*. Adv. Physiol. Educ., **30**, pp. 51-57.
- ENOKA R.M., DUCHATEAU J., 2016 – *Translating fatigue to human performance*. Med. Sci. Sports Exerc., **48**(11), pp. 2228-2238.
- FAUSONE M., GALLONI M., 2018 – *Angelo Mosso: transduction and measurement of physiological signals*. Acta IMEKO, **7**, pp. 110-113.
- FOÀ P., 1911 – *Angelo Mosso: commemorazione letta alle classi unite della R. Accademia delle Scienze di Torino nella seduta del 14 maggio 1911*. Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, **46**, pp. 717-725.
- FOÀ P., 1912 – *La notte di vigilia. Impressioni di un amico e discepolo*. In: AA.VV., "Angelo Mosso: la sua vita e le sue opere", pp. 3-13, F.lli Treves, Milano.
- GALLONI M., 2014 – *Gli strumenti di Angelo Mosso*. Rivista di Storia dell'Università di Torino, **III**, pp. 85-91.
- LUCIANI L., 1910 – *Per Angelo Mosso. Parole pronunciate nella tornata del Senato del 5 dicembre 1910*. Tipografia Forzani, Roma.
- MOR C.G., 1952 – *Storia della Università di Modena*. Società Tipografica Modenese, Modena.
- MOR C.G., 1963 – *Storia della Università di Modena*. 2a edizione aggiornata, Società Tipografica Modenese, Modena.
- Mosso A., 1875 – *Sopra un nuovo metodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nell'uomo*. Atti R. Accademia delle Scienze di Torino, **IX**, pp. 21-81.
- Mosso A., 1877 – *Sulle variazioni locali del polso nell'antibraccio dell'uomo*. Atti R. Accademia delle Scienze di Torino, **XIII**, pp. 34-78.
- Mosso A., 1880 – *Sulla circolazione del sangue nel cervello dell'uomo*. Atti R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, **III**, pp. 237-358.
- Mosso A., 1884 – *Applicazione della bilancia allo studio della circolazione sanguigna dell'uomo*. Atti R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, **XIX**, pp. 534-535.
- Mosso, A., 1888 – *Le leggi della fatica studiate nei muscoli dell'uomo*. Atti R. Accademia dei Lincei, Memorie della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, **V**, pp. 410-426.
- Mosso, A., 1891 – *La Fatica*. F.lli Treves, Milano.
- Mosso, A., 1894 – *L'Institut physiologique de l'Université de Turin*. Publication faite à l'occasion du XI Congrès international de médecine, Rome 1894, Vincent Bona, imprimeur de S. M. le Roi d'Italie, Torino.

- MOSSO A., 1895 – *Sphygmomanomètre pour mesurer la pression du sang chez l'homme*. Archives Italiennes de Biologie, **XXIII**, pp. 177-197.
- MOSSO, A., 1897 – *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi: studi fatti sul Monte Rosa*. F.lli Treves, Milano.
- MOSSO A., 1904 – *Come sulle montagne diminuisca la sensibilità per l'anidride carbonica inspirata*. R. Accademia dei Lincei, Roma.
- PATRIZI M.L., 1905 – *L'impiego del guanto volumetrico Patrizi nella fisiologia, nella psicologia normale e patologica e nell'esame medico-legale*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, serie IV, **VI**, pp. 1-33.
- PATRIZI M.L., 1908 – *La circolazione cerebrale e periferica durante il discorso*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, serie IV, **X**, pp. 83-98.
- PATRIZI M.L., FRANCHINI G., 1906 – *Di alcune particolarità sull'arresto del respiro per stimolazione centripeta del vago. Stanchezza e ristoro del riflesso inibitore respiratorio*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, serie IV, **VIII**, pp. 17-23.
- SANDRONE S., BACIGALUPPI M., GALLONI M.R., CAPPA S.F., MORO A., CATANI M., FILIPPI M., MONTI M.M., PERANI D., MARTINO G., 2014 – *Weighing brain activity with the balance: Angelo Mosso's original manuscripts come to light*. Brain, **137**, pp. 621-633.

